



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Физический факультет**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ОСНОВЫ СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ**

**Кафедра экспериментальной физики  
Базовая междисциплинарная кафедра ДГУ  
«Инновационные промышленные технологии»**

Образовательная программа

**11.04.04 Электроника и нанoeлектроника**

Модуль

**Полупроводниковые силовые преобразователи электроэнергии**

Уровень высшего образования

магистратура

Форма обучения

**очная**

Статус дисциплины: *вариативная*

**Махачкала, 2016**

Рабочая программа дисциплины составлена в 2016 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04. «Электроника и наноэлектроника» (уровень: магистратура); дополнительный образовательный модуль «Полупроводниковые силовые преобразователи электроэнергии» (Проект в рамках целевой ведомственной программы «Развитие интегрированной системы обеспечения высококвалифицированными кадрами организаций ОПК РФ в 2016-2020 годах», пр. Минобрнауки РФ от 29.02.2016 №170; пр. от 11.11.2016 №Р-520).

Разработчик: Нурмагомедов Ш. А. , к.ф.м.н., доцент

Рабочая программа одобрена:

на заседании кафедры ЭФ от « 26 » октября 2016 г., протокол № 3

Зав. кафедрой  Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от « 28 » октября 2016г., протокол № 2.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована:

с учебно-методическим управлением « 31 » октября 2016г.

Нач. управления  Гасангаджиева А.Г.

с ОАО «Завод Дагдизель» « 31 » октября 2016г.

Зам. директора по техническим вопросам  Халимбеков М.А.

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Основы силовой электроники» входит в *вариативную* часть дополнительной образовательной программы подготовки высококвалифицированных специалистов по заказу ОАО «Завод Дагдизель» по направлению 11.04.04. «Электроника и наноэлектроника», модуль «Полупроводниковые силовые преобразователи электроэнергии».

Дисциплина реализуется на физическом факультете и на ОАО «Завод Дагдизель» кафедрами экспериментальной физики и базовой междисциплинарной кафедрой ДГУ «Инновационные промышленные технологии».

Содержание дисциплины направлено на освоение физических основ современной силовой электроники, изучению физических принципов работы, параметров и характеристик устройств силовой электроники.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных (ОПК-1, ОПК-4, ОПК-5), профессиональных - проектно-конструкторская деятельность (ПК-6-9), дополнительных профессиональных - (ДПК-1, ДПК-2).

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, практические занятия, самостоятельная работа.*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение промежуточного контроля успеваемости в форме *рефератов и контрольных работ* и итогового контроля в форме - *экзамена.*

Объем дисциплины 3 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Се- мestr	Учебные занятия						Форма проме- жуточной атте- стации (зачет, дифференциро- ванный зачет, экзамен	
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС,  в том числе экза- мен		
	Все го	из них						
Лек- ции		Лабора- торные занятия	Практи- ческие занятия	КСР	консультации			
9	42	6	-	8			28	
10	54	6	-	12			36	экзамен
11	68	4	8	8			48	
12	48	4	4	8			32	экзамен

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Основы силовой электроники» являются: формирование систематических знаний о явлениях и процессах возникающих при разработке приборов полупроводниковой силовой электроники различных типов и назначения.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Основы силовой электроники» входит в дополнительный образовательный модуль для целевой подготовки специалистов для ОПК по направлению (специальности) 11.04.04. «Электроника и нанoeлектроника».

Дисциплина базируется на предварительном изучении следующих дисциплин: Физика полупроводников, Физические основы электроники, материалы и компоненты электроники», Технология материалов электронной техники.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
<b><u>общепрофессиональные компетенции</u></b>	<ul style="list-style-type: none"><li>– способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (ОПК-1);</li><li>– способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области (ОПК-4);</li><li>– готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы (ОПК-5).</li></ul>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- современные достижения науки и передовые технологии в области силовой электроники.</li><li>- фундаментальные физические закономерности, определяющие свойства полупроводников.</li><li>- физические основы твердотельной и микроэлектроники.</li><li>- принципы работы полупроводниковых приборов для применения в силовой электронике – диодов, биполярных и полевых транзисторов, тиристоров, СВЧ-диодов, их параметры и их конструктивные особенности дискретного и интегрального исполнения.</li></ul> <hr/> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- анализировать, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию в области физики и технологии полупроводниковых приборов</li><li>- проводить оценочные расчеты физических характеристик полупроводниковых материалов; применять полученные знания при теоретическом анализе и компьютерном моделировании устройств микро-</li></ul>

		<p>электроники.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- организовать работы коллектива исполнителей, принятие исполнительских решений в условиях спектра мнений.</li> </ul> <hr/> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретической базой по характеристикам и принципу действия силовых электронных приборов, логикой рассуждений, навыками самостоятельного получения информации ее анализа и обобщения для решения творческих задач в области силовой электроники и требующего подходящего метода решения в области применения устройств силовой электроники</li> </ul>
<p><b><u>профессиональные компетенции</u></b></p> <p><b>проектно-конструкторская деятельность</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников (ПК-6);</li> <li>- готовностью определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ (ПК-7);</li> <li>- способностью проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований (ПК-8);</li> <li>- способностью разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями (ПК-9);</li> </ul>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные методы исследований в области физики полупроводников;</li> <li>- владеть информацией об областях применения и перспективах развития приборов и устройств силовой электроники</li> <li>- методами экспериментальных исследований параметров и характеристик приборов силовой электроники;</li> <li>- информацией об областях применения и перспективах развития приборов</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценивать перспективные направления развития силовой электроники с учетом мирового опыта и перспективных разработок;</li> <li>- применять современные методы и средства исследования для решения конкретных задач развития силовой электроники;</li> <li>- понимать и использовать характеристики силовых электронных приборов;</li> <li>- оценивать конструктивные особенности построения устройств силовой электроники;</li> <li>- определять цели, осуществлять постановку задач проектирования</li> </ul>

<p><u>дополнительные профессиональные компетенции:</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- готовностью обосновывать принятие конкретного технического решения при создании электротехнического оборудования на базе силовой электроники (ДПК-1).</li> <li>- способностью демонстрировать навыки выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и модулей электронных средств в соответствии с техническим заданием (ДПК-2)</li> </ul>	<p>электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- строить и использовать модели для описания процессов в приборах и устройствах силовой электроники</li> <li>- разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями</li> </ul> <hr/> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы с системами проектирования приборов силовой электроники;</li> <li>- навыками самостоятельно проводить расчеты по определению параметров и характеристик устройств силовой электроники;</li> <li>- навыками построения схем силовой части и систем управления устройств силовой электроники.</li> <li>- навыками разработки и оформления проектной и рабочей технической документации с методическими и нормативными требованиями</li> </ul>
--	---	--

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет **6** зачетных единиц, **212** академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические	Лаборатор-	Контроль		
1	Раздел 1. Выпрямители силовых схем	9		6	8	-		28	(ДЗ), (С)
	Раздел 2. Инверторы	10		6	12			36	(ДЗ), (С), (КСР)

Раздел 3. Частотные преобразователи	11		4	8	8		48	(ЛР), (ДЗ), (С), (КСР)
Раздел 4. Коммутаторы постоянного и переменного тока	12		4	8	4		32	(ЛР), (ДЗ), (С), (КСР)
<b>ИТОГО: 212</b>			<b>20</b>	<b>36</b>	<b>12</b>		<b>144</b>	

#### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

##### Раздел 1. Выпрямители силовых схем

###### Тема 1. Классификация и параметры выпрямителей.

Введение. Классификация выпрямителей. Входные и выходные параметры выпрямителей.

###### Тема 2. Однофазные выпрямители.

Однофазные выпрямители. Однополупериодный выпрямитель с разными типами нагрузок. Двухполупериодные выпрямители при различных нагрузках. Мостовые выпрямители. Двухполупериодный выпрямитель с демпфирующим диодом. Полумостовой управляемый выпрямитель. Выпрямители с тиристорным управлением.

###### Тема 3. Трёхфазные выпрямители.

Трёхфазные однополупериодные выпрямители. Трёхфазные двухполупериодные управляемые мостовые выпрямители. Формы выходных токов в управляемых мостовых выпрямителях. Схемы управления запуском трехфазных управляемых выпрямителей.

##### Раздел 2. Инверторы.

###### Тема 4. Последовательный и параллельный инверторы.

Понятие об инверторах. Последовательный и параллельный инверторы. Преимущества и недостатки инверторов.

###### Тема 5. Мостовые инверторы.

Однофазный полумостовой инверторы при различных нагрузках. Инвертирующие преобразователи. Трёхфазные инверторы. Режимы работы трехфазных инверторов. Трёхфазный инвертор тока.

###### Тема 6. Управление выходным напряжением инверторов.

Управление выходным напряжением инверторов. Однократная и многократная широтно-импульсная модуляция. Управление формой выходного напряжения инверторов.

##### Раздел 3. Частотные преобразователи

###### Тема 7. Однофазные понижающие и повышающие частотные преобразователи

Классификация преобразователей. Однофазный понижающий частотный преобразователь. Повышающий частотный преобразователь.

###### Тема 8. Многофазные частотные преобразователи.

Трёхфазные частотные преобразователи. Параметры и характеристики трехфазных частотных преобразователей. Преобразователь однофазного напряжения в трехфазный. Их характеристики и особенности.

##### Раздел 4. Коммутаторы постоянного и переменного тока.

###### Тема 9. Коммутаторы постоянного тока.

Коммутаторы постоянного тока. Классификация коммутаторов. Способы управления коммутаторами. Коммутатор напряжения. Управляющие схемы коммутатора напря-

жения. Коммутатор тока. Коммутатор нагрузки. Коммутатор Джонса. Повышающий коммутатор.

#### **Тема 10. Коммутаторы переменного тока.**

Коммутаторы переменного тока с помощью симистора. Коммутатор переменного тока с резистивной нагрузкой. Коммутатор переменного тока с индуктивно-резистивной нагрузкой.

### **4.3.1. Темы практических занятий**

1. Области применения силовой электроники. Состав устройств преобразовательной техники.
2. Полупроводниковые приборы, используемые в силовых преобразователях. Основные характеристики, статические и динамические параметры.
3. Расчет и выбор силовых ключей.
4. Однофазные схемы выпрямления. Работа схемы на активную, активно-индуктивную нагрузки
5. Выбор и расчет схем защиты силовых полупроводниковых приборов
6. Трехфазные схемы выпрямления. Работа схемы на активную, активно-индуктивную нагрузки.
7. Режим прерывистого и непрерывного тока нагрузки.
8. Коммутирующие устройства силовой электроники
9. Коммутация токов в выпрямителе.
10. Внешние и регулировочные характеристики. Расчет характеристик выпрямителей.
11. Временные диаграммы схем выпрямления в различных режимах работы.
12. Квазиустановившиеся процессы в импульсных преобразователях.
13. Системы управления преобразователями
14. Особенности работы ведомых инверторов.
15. Выбор силовых полупроводниковых приборов для управления электрооборудованием
16. Преобразователи частоты на основе неуправляемого выпрямителя и АИН с ШИМ-модуляцией.

### **4.3.2. Темы самостоятельной работы**

1. История развития силовой электроники.
2. Полупроводниковые приборы силовой электроники.
3. Виды преобразователей электрической энергии
4. Теория преобразования переменного тока в постоянный
5. Базовые схемы и способы регулирования напряжения и тока
6. Инверторы напряжения и тока.
7. Выпрямители на полностью управляемых вентилях
8. Преобразователи постоянного напряжения в постоянное
9. Широтно-импульсные преобразователи постоянного напряжения
10. Повышающие и понижающие преобразователи частоты.
11. Методы и системы управления вентильными преобразователями.
12. Преобразователи переменного тока в переменный.

## **5. Образовательные технологии**

Технология процесса обучения по модулю «Полупроводниковые силовые преобразователи электроэнергии» включает в себя следующие образовательные мероприятия:



- аудиторные занятия (лекционно-семинарская форма обучения);
- самостоятельная работа студентов;
- лабораторные работы;
- контрольные мероприятия в процессе обучения и по его окончанию.

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий и организации внеаудиторной работы. В учебный процесс будут внедрены современные образовательные технологии, такие как: дискуссия, метод поиска быстрых решений в группе, мозговой штурм, проблемное обучение, обучение на основе опыта, индивидуальное обучение, междисциплинарное обучение, опережающая самостоятельная работа, технология кейс-метода, технология «Three-learning» и другие. Основные аспекты применяемой технологии проблемного обучения:

- постановка проблемных задач отвечает целям освоения дисциплин модуля «Полупроводниковые силовые преобразователи электроэнергии» и формирует необходимые компетенции;
- решаемые проблемные задачи стимулируют познавательную деятельность магистров.

Образовательные технологии будут реализованы, как правило, с применением компьютерных и технических средств, учебного, научного и производственного оборудования, с физическим моделированием и проведением экспериментов.

Преподаватели самостоятельно выбирают наиболее подходящие методы и формы проведения занятий из числа рекомендованных и согласуют выбор с кафедрой. Для достижения объявленных по учебному модулю компетенций могут быть использованы следующие формы организации учебного процесса: лекция, мастер-класс, лабораторная работа, практическое занятие, семинар, самостоятельная, консультация, производственная практика, НИР – исследовательская деятельность студентов.

Аудиторные занятия будут проводиться в интерактивной форме с использованием мультимедийного обеспечения (ноутбук, проектор) и технологии проблемного обучения. Презентации позволяют качественно иллюстрировать практические занятия схемами, формулами, чертежами, рисунками. Кроме того, презентации позволяют четко структурировать материал занятия. Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что позволяет улучшить восприятие материала.

Допускаются комбинированные формы проведения занятий:

- лекционно-практические занятия;
- лекционно-лабораторные занятия;
- лабораторно-курсовые проекты и работы.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

Самостоятельная работа будет организована в соответствии с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

- самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

## **7. Фонд оценочных средств проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Фонды оценочных средств (контрольные вопросы и типовые задания для практических занятий, тесты и компьютерные тестирующие программы, примерную тематику рефератов и т.п., а также иные формы контроля, позволяющие оценить степень сформиро-

ванности компетенций обучающихся) для проведения текущего, промежуточного и итогового контроля успеваемости и промежуточной аттестации имеются на кафедре. Они также размещены на образовательном сервере Даггосуниверситета (по адресу: <http://edu.dgu.ru>), а также представлены в управление качества образования ДГУ.

Методические рекомендации преподавателям по разработке системы оценочных средств и технологий для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплинам дополнительного образовательного модуля, а также для проведения практик представлены в Положении «О модульно-рейтинговой системе обучения студентов Дагестанского государственного университета», утвержденном ученым Советом Даггосуниверситета.

**Активность на практических занятиях** оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
  - участие в дискуссии по предложенной проблематике;
  - интенсивность консультаций с преподавателем по выполнению домашней работы.
- Самостоятельная работа оценивается по следующим критериям:
- соблюдение структуры работы согласно заданию;
  - правильность построения и анализа профилей поверхности образца;
  - способность аргументировано объяснить на защите работы её выполнение.

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ОПК-1 ОПК-4 ОПК-5	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные достижения науки и передовые технологии в области силовой электроники.</li> <li>- фундаментальные физические закономерности, определяющие свойства полупроводников.</li> <li>- физические основы твердотельной и микроэлектроники.</li> <li>- принципы работы полупроводниковых приборов для применения в силовой электронике – диодов, биполярных и полевых транзисторов, тиристоров, СВЧ-диодов, их параметры и их конструктивные особенности дискретного и интегрального исполнения.</li> </ul>	Устный опрос
ПК-6-9 ДПК-1 ДПК-2	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные методы исследований в области физики полупроводников;</li> <li>- владеть информацией об областях применения и перспективах развития приборов и устройств силовой электроники</li> <li>- методами экспериментальных исследований параметров и характеристик приборов силовой электроники;</li> </ul>	Устный опрос

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- информацией об областях применения и перспективах развития приборов</li> </ul>	
<p>ОПК-1 ОПК-4 ОПК-5</p> <p>ПК-6-9 ДПК-1 ДПК-2</p>	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию в области физики и технологии полупроводниковых приборов</li> <li>- проводить оценочные расчеты физических характеристик полупроводниковых материалов; применять полученные знания при теоретическом анализе и компьютерном моделировании устройств микроэлектроники.</li> <li>- организовать работы коллектива исполнителей, принятие исполнительских решений в условиях спектр мнений.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценивать перспективные направления развития силовой электроники с учетом мирового опыта и перспективных разработок;</li> <li>- применять современные методы и средства исследования для решения конкретных задач развития силовой электроники;</li> <li>- понимать и использовать характеристики силовых электронных приборов;</li> <li>- оценивать конструктивные особенности построения устройств силовой электроники;</li> <li>- определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ</li> <li>- строить и использовать модели для описания процессов в приборах и устройствах силовой электроники</li> <li>- разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями</li> </ul>	<p>Устный опрос</p> <p>Устный опрос</p>

<p>ОПК-1 ОПК-4 ОПК-5</p>	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретической базой по характеристикам и принципу действия силовых электронных приборов, логикой рассуждений, навыками самостоятельно получения информации ее анализа и обобщения для решения творческих задач в области силовой электроники и требующего подходящего метода решения в области применения устройств силовой электроники</li> </ul>	<p>Устный опрос, письменный опрос, выступление на семинарах, мини-конференциях.</p>
<p>ПК-6-9 ДПК-1 ДПК-2</p>	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы с системами проектирования приборов силовой электроники;</li> <li>- навыками самостоятельно проводить расчеты по определению параметров и характеристик устройств силовой электроники;</li> <li>- навыками построения схем силовой части и систем управления устройств силовой электроники.</li> <li>- навыками разработки и оформление проектной и рабочей технической документации с методическими и нормативными требованиями</li> </ul>	<p>Устный опрос, письменный опрос, выступление на семинарах, мини-конференциях.</p>

## 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

Схема оценки уровня формирования компетенции

**ОПК-1** - способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление о современных тенденциях развития электроники, в том числе силовой электроники	Знаком с современными тенденциями развития электроники, в том числе силовой электроники	Показывает знания современных тенденций развития электроники, в том числе силовой электроники, понимает основные проблемы в данной области	Демонстрирует знания современных тенденций развития электроники, в том числе силовой электроники, показывает готовность к углубленному анализу проблем в данной области

Базовый	Умение создавать и анализировать теоретические модели физических процессов и явлений в приборах и устройствах силовой электроники; выбирать методы и средства решения конкретных задач	Участствует в анализе теоретических моделей физических процессов и явлений в приборах и устройствах силовой электроники; умеет выбирать методы и средства решения конкретных задач	Демонстрирует умение создавать и анализировать теоретические модели физических процессов и явлений в приборах и устройствах силовой электроники; выбирать методы и средства решения конкретных задач	Способен создавать и анализировать теоретические модели физических процессов и явлений в приборах и устройствах силовой электроники; самостоятельно изучать специальную научную литературу, выбирать методы и средства решения конкретных задач
---------	--	--	--	---

**ОПК-4** - способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знание современного состояния сильноточной электроники, теоритические и экспериментальные работы в профильной области, современные методы исследований	Знаком с современным состоянием сильноточной электроники, теоритическими и экспериментальными работами в профильной области, современными методами исследований	Показывает знания современного состояния сильноточной электроники, теоритических и экспериментальных работ в профильной области, современных методов исследований	Демонстрирует умение самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в области силовой электроники

**ОПК-5** - готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знание требований к оформлению результатов выполненной работы, методов обработки и представления ре-	Знаком с требованиями оформления результатов выполненной работы, методами обработ-	Показывает знания требований к оформлению результатов выполненной работы, методов обработ-	Демонстрирует умение выполнять требования при оформлении результатов выполненной рабо-

	зультатов измерений	ки и представления результатов измерений	ки и представления результатов измерений	ты, применять методы обработки и представления результатов измерений
--	---------------------	--	--	--

**ПК-6** - способностью анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Умение анализировать современное состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	Участвует в анализе состояния научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	Демонстрирует умение анализировать современное состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников; самостоятельно изучать специальную научную литературу	Способен анализировать современное состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников; самостоятельно изучать специальную научную литературу

**ПК-7** - готовностью определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Умение определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств силовой электроники, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ	Знаком с методами проектирования электронных приборов, схем и устройств силовой электроники, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ	Демонстрирует умение определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств силовой электроники, подготавливать технические задания	Способен самостоятельно выбирать цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств силовой электроники, подготавливать технические за-

			на выполнение проектных работ	дания на выполнение проектных работ
--	--	--	-------------------------------	-------------------------------------

**ПК-8** - способностью проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Умение проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований	Знаком с методами проектирования электронных приборов, схем и устройств силовой электроники с учетом заданных требований	Демонстрирует умение проектировать схемы и устройства силовой электроники с учетом заданных требований	Способен самостоятельно проектировать схемы и устройства силовой электроники с учетом заданных требований

**ПК-9** - способностью разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Умение разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями	Знаком с методами подготовки проектно-конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями	Демонстрирует умение разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями	Способен самостоятельно разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями

**ДПК-1** - готовностью обосновывать принятие конкретного технического решения при создании электротехнического оборудования на базе силовой электроники.

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Умение обосновывать принятие кон-	Имеет представления о необхо-	Демонстрирует умение обосновы-	Способен самостоятельно обос-

	кретного технического решения при создании электротехнического оборудования на базе силовой электроники	димости и методах принятия технического решения при создании электротехнического оборудования на базе силовой электроники	вать принятие технического решения при создании электротехнического оборудования на базе силовой электроники	новывать принятие конкретного технического решения при создании электротехнического оборудования на базе силовой электроники
--	---	---	--	--

**ДПК-2** - способностью демонстрировать навыки выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и модулей электронных средств в соответствии с техническим заданием

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Умение демонстрировать навыки выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и модулей силовой электроники в соответствии с техническим заданием	Показывает навыки проводить частичный расчет и проектирование деталей, узлов и модулей силовой электроники в соответствии с техническим заданием	Демонстрирует навыки выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и модулей силовой электроники в соответствии с техническим заданием	Владеет способностью самостоятельно выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и модулей силовой электроники в соответствии с техническим заданием

### 7.3. Типовые вопросы к экзамену

1. Вентильные преобразователи. Классификация.
2. Блок-схема выпрямителя. Классификация выпрямителей
3. Показатели, характеризующие схемы выпрямления
4. Однофазная однополупериодная схема выпрямления. Работа на активную нагрузку.
5. Однофазная однополупериодная схема выпрямления. Работа на активно-индуктивную нагрузку. Включение обратного диода.
6. Однофазная двухполупериодная схема выпрямления со средней точкой. Работа на активную нагрузку.
7. Однофазная двухполупериодная схема выпрямления со средней точкой. Работа на активно-индуктивную нагрузку.
8. Режим прерывистого тока.
9. Однофазная мостовая схема выпрямления. Диаграммы работы.
10. Трехфазная нулевая схема выпрямления. Диаграммы работы.
11. Трехфазная мостовая схема выпрямления. Диаграммы работы.
12. Шестифазная нулевая схема выпрямления.
13. Характеристики управления выпрямителей.
14. Коммутации токов в схемах выпрямления.
15. Особенности коммутации в трехфазных схемах.
16. Работа выпрямителей на противо-ЭДС.



17. Внешние характеристики выпрямителей
18. Инверторный режим работы.
19. Комбинированные схемы выпрямления.
20. Коэффициент мощности и КПД выпрямителей.
21. Пути улучшения энергетических показателей выпрямителей.
22. Гармонический состав выпрямленного напряжения.
23. Импульсные преобразователи постоянного тока. Способы регулирования.
24. Блок-схема импульсного преобразователя.
25. ШИП с параллельно-емкостной коммутацией. Схемы замещения.
26. ШИП с параллельно-емкостной коммутацией. Диаграммы работы.
27. Внешние характеристики импульсных преобразователей.
28. Автономные инверторы. Классификация.
29. Параллельный мостовой инвертор напряжения.
30. Параллельный мостовой инвертор тока.
31. Однофазный инвертор напряжения на транзисторах.
32. Регулирование напряжения в АИН
33. Преобразователи частоты. Классификация.
34. Схема преобразователя частоты на основе неуправляемого выпрямителя и АИН.
35. Непосредственные преобразователи частоты. Формирование кривой выходного напряжения.
36. Трансформаторы. Реакторы. Конденсаторы. Разновидности и области применения.
37. Назначение и классификация фильтров.
38. Основные требования, предъявляемые к системам управления преобразователями.
39. Системы импульсно-фазового управления преобразователями с естественной коммутацией. Общие принципы построения.
40. Система управления преобразователем частоты.

#### **7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля – 60 % и промежуточного контроля – 40 %.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10 баллов,
- участие на практических занятиях - 15 баллов,
- выполнение лабораторных заданий – 25 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 10 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 5 баллов,
- письменная контрольная работа - 15 баллов,
- тестирование - 20 баллов.

#### **Критерии оценок на экзаменах**

В экзаменационный билет рекомендуется включать не менее 3 вопросов, охватывающих весь пройденный материал, также в билетах могут быть задачи и примеры.

Ответы на все вопросы оцениваются максимум 100 баллами.

Критерии оценок следующие:

- 100 баллов – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности.

- 90 баллов - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способно-

стью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности.

- 80 баллов - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает некоторые ошибки общего характера.

- 70 баллов - студент хорошо понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновывать некоторые выводы.

- 60 баллов – студент отвечает в основном правильно, но чувствуется механическое заучивание материала.

- 50 баллов – в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки.

- 40 баллов – ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки.

- 20-30 баллов - студент имеет общее представление о теме, но не умеет логически обосновать свои мысли.

- 10 баллов - студент имеет лишь частичное представление о теме.

- 0 баллов – нет ответа.

Эти критерии носят в основном ориентировочный характер. Если в билете имеются задачи, они могут быть более четкими.

Шкала диапазона для перевода рейтингового балла в «5»-балльную систему:

«0 – 50» баллов – неудовлетворительно

«51 – 65» баллов – удовлетворительно

«66 - 85» баллов – хорошо

«86 - 100» баллов – отлично

«51 и выше» баллов – зачет

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

### **Основная**

1. С. Рама Редди. Основы силовой электроники. М.: Техносфера, 2006.
2. Г.С. Зиновьев. Силовая электроника. М.: Юрайт, 2012.
3. Н.К. Полуянович Силовая электроника: Учебное пособие. Таганрог.:Изд-во ТРТУ.2005.
4. Е.А. Москатов. Силовая электроника. Теория и конструирование Издательство: "МК-Пресс", "КОРОНА-ВЕК" 2013.
5. О.З. Попков Основы преобразовательной техники: учеб. пособие для вузов. 3-е изд. стер., - М.: МЭИ, 2010.- 200 с.

### **Дополнительная**

6. К. Галле. Как проектировать электронные схемы. М.: ДМК Пресс, 2009.
7. Б.Ю. Семенов. Силовая электроника: от простого к сложному. М.: Солон-Пресс, 2005.
8. П. Воронин. Силовые полупроводниковые ключи. Семейства, характеристики, применение. Издательство: ДМК-Пресс, 2015.
9. Журнал «Практическая силовая электроника». Издатель ЗАО «ММП-Ирбис.
10. Журнал «Силовая электроника». Издательство "Файнстрит"

## **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

1. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
2. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
3. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
4. [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru) - Электронная библиотечная система «Университетская библиотека - online».
5. [www.iqlib.ru](http://www.iqlib.ru) - Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия
6. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).

## **11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Студент в процессе обучения должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы. Студент должен уметь планировать и выполнять свою работу. Удельный вес самостоятельной работы составляет по времени 30% от всего времени изучаемого цикла. Это отражено в учебных планах и графиках учебного процесса, с которым каждый студент может ознакомиться у преподавателя дисциплины.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтра. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

Чтение лекций с использованием мультимедийных презентаций. Использование анимированных интерактивных компьютерных демонстраций и практикумов-тренингов по ряду разделов дисциплины.

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Материально – техническая база кафедры экспериментальной физики, которая осуществляет подготовку по направлению 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника», позволяет готовить магистров, отвечающих требованиям ФГОС. На кафедре имеются 3 учебных и 5 научных лабораторий, оснащенных современной технологической, измерительной и диагностической аппаратурой; в том числе функционирует проблемная НИЛ «Твердотельная электроника». Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийным проекционным оборудованием и интерактивной доской.

В учебном процессе и проведении производственной практики будет использована материально-техническая база базовой междисциплинарной кафедры ДГУ при ОАО «Завод Дагдизель».